



CONTROLO DA EXECUÇÃO DE OBRAS DE QUEBRA-MARES DE TALUDE

Miguel Palma (Consulmar Açores – Projetistas e Consultores, Lda); Ricardo Barbosa (APDL - Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, S.A
mgp@consulmar-acores.pt, ricardo.barbosa@apdl.pt.

1 – Introdução / enquadramento

A presente comunicação aborda o controlo da execução da construção, bem como outras intervenções de reparação e manutenção, em quebra-mares de talude.

Dada a vastidão deste tema, a presente comunicação incide exclusivamente sobre o controlo do planeamento e da qualidade dos trabalhos na frente marítima.

A intervenção em quebra-mares, sobretudo em empreitadas em mar aberto, é fortemente influenciada pelas condições do estado do mar que, em maior ou menor escala e também em função das opções de processo construtivo seguidas, têm repercussões no andamento dos trabalhos e na respetiva programação.

O controlo do planeamento é, pois, fundamental para identificar atempadamente desvios face ao programado, avaliando-se aí o seu impacto e eventuais repercussões no prazo contratado. Esta realidade é tão mais importante quando, por vezes, se verifica a necessidade de executar proteções de inverno inicialmente não previstas ou, quando previstas, em número superior ao expectável.

Por outro lado, o controlo da qualidade de execução garante que o projeto é efetivamente cumprido, sendo neste domínio determinantes os procedimentos de verificação realizados para esse efeito e, particularmente, a sua articulação com o processo construtivo.

O controlo do planeamento e o controlo da qualidade de execução, estão inequivocamente relacionados, quer na perspetiva de quem executa, quer na perspetiva de quem fiscaliza e supervisiona.

2 – Controlo do planeamento

Para controlar o planeamento, importa isolar o respetivo caminho crítico, identificando as atividades que o constituem.

A pré-fabricação de blocos artificiais, quando prevista, deverá ser planeada com folgas, de modo a evitar que um eventual atraso possa condicionar a progressão dos trabalhos no quebra-mar. Com isso, e sendo esta uma atividade que, uma vez garantida uma logística de fornecimentos adequada, com aprovisionamento atempado dos materiais, tem pouca probabilidade de se poder atrasar pelo que, normalmente, dificilmente terá repercussões no andamento da obra.

Assim, o caminho crítico envolverá fundamentalmente as atividades da frente marítima, designadamente as dragagens, a colocação (e regularização) de enrocamentos, sobretudo em submantos, e a colocação de blocos artificiais.

Naturalmente, o processo executivo selecionado e, sobretudo, os mecanismos de controlo utilizados serão determinantes.

Nesse capítulo, as atividades que envolvem no processo a utilização de guas, assumem preponderância, pelo impacto direto que o tempo de ciclo de operação terá no rendimento de execução da atividade.

Já as que envolvem simultaneamente o apoio de equipas de mergulho para garantir o cumprimento do projetado, como seja a colocação de enrocamentos de gamas mais pesadas e



de blocos artificiais, estão mais sujeitas a constrangimentos na execução resultantes das condições do estado do mar, principalmente em obras realizadas em mar aberto.

Para controlar o planeamento, importa, pois, controlar o rendimento de execução das atividades críticas, comparando-o com o assumido no plano de trabalhos.

Com esse objetivo, deverá proceder-se à medição dos tempos de ciclo de cada uma dessas atividades, realizando diariamente várias medições e apurando-se a respetiva média diária.

Atendendo que existem fatores que resultam em rendimentos distintos na atividade, como sucede por exemplo no caso da colocação de enrocamentos e blocos artificiais na zona imersa do quebra-mar, devem ser efetuadas medições nas diversas condições em que essa decorre. Quando na parte imersa, se realizada ao nível de uma eventual banqueteta no pé do talude, ou em pleno talude, e ainda com e sem o apoio direto e contínuo de equipas de mergulhadores, podendo também justificar-se a divisão da secção em função dos equipamentos de elevação utilizados em diferentes cotas de trabalho.

Para evidência do documentado no registo, é recomendável a realização de vídeos comprovativos dos tempos de ciclo, também numa lógica de amostragem, para cada uma dessas situações.

O rendimento, no caso quando não afetado por constrangimentos, é obtido pela relação entre o volume de material ou unidades colocadas no quebra-mar e os tempos de ciclo de colocação.

No Quadro 1, ilustra-se um exemplo de uma atividade de colocação de enrocamento de 30 a 50kN num submanto na parte imersa do quebra-mar sobre o qual assentará depois um manto composto por blocos antififer, com uma baridade de 17kN/m³). Este compreende uma banqueteta ao nível do pé do talude e o talude imerso, na qual a colocação dos blocos pétreos é efetuada numa designada Fase 1, com grua e apenas com apoio topográfico, e uma fase posterior designada de Fase 2, de correção e conclusão da camada, que envolve o apoio direto e contínuo da equipa de mergulho na operação.

Quadro 1. Cálculo do rendimento a partir dos tempos de ciclo.

Zona	Área (m ²)	%	Ciclo (min./bloco)	N.º blocos	Colocado/dia (kN)	Rend. Fase (m ³ /dia)	Rend. Global (m ³ /dia)
Banqueta (Fase 1)	32,4	34%	6	100	4000	235	
Banqueta (Fase 2)	3,6	4%	16	38	1520	89	246
Talude imerso (Fase 1)	54	56%	5	120	4800	282	
Talude imerso (Fase 2)	6	6%	18	33	1320	78	
	96	100%					

Simultaneamente, deverá ser efetuado o registo dos constrangimentos ocorridos que afetaram o desenvolvimento das atividades impondo-lhes paralisações, decorrentes de avaria de equipamentos, falta de condições do estado do mar (agitação marítima e/ou visibilidade) ou outras, que se revelem impeditivas da operação.

A conjugação destes dois registos permitirá obter o rendimento efetivo da atividade num dado período de referência (semana, mês, etc.).

Quadro 2. Cálculo do rendimento efetivo a partir dos tempos de ciclo, com paralisações.

Zona	Área (m ²)	%	Ciclo (min./bloco)	N.º blocos	Colocado/dia (kN)	Rend. Fase (m ³ /dia)	Rend. Global (m ³ /dia)	Paralisações (dias/mês)	Rend. Efetivo mês M (m ³ /dia)
Banqueta (Fase 1)	32,4	34%	6	100	4000	235			
Banqueta (Fase 2)	3,6	4%	16	38	1520	89	246	5	197
Talude imerso (Fase 2)	54	56%	5	120	4800	282			
Talude imerso (Fase 1)	6	6%	18	33	1320	78			
	96	100%							



Esse rendimento deverá depois ser cruzado e comparado com o rendimento registado em troços onde essa atividade foi realizada no período da amostragem dos tempos de ciclo, não sendo aí de esperar variações significativas, como ilustra o mesmo exemplo do quadro 3.

Quadro 3. Rendimento efetivo de um troço intervencionado.

Zona	Área (m ²)	%	Volume num troço de 30 m (m ³)	Dias de trabalho efetivo	Rend. (m ³ /dia)	Duração	Paralisações (dias/mês)	Rend. Efetivo (m ³ /dia)
Banqueta (Fase 1)								
Banqueta (Fase 2)	36	38%	1080	5	216	7	2	154
Talude imerso (Fase 1)								
Talude imerso (Fase 2)	60	63%	1800	7	257	8	1	225
	96	100%	2880	12	242	15	3	198

Com esses dados, é então efetuada uma análise comparativa com os rendimentos patentes no plano de trabalhos, apurando eventuais desvios face ao planeado e, principalmente, identificando as respetivas causas, em função dos pressupostos associados ao rendimento assumidos pelo empreiteiro.

3 – Controlo da qualidade de execução

O contínuo desenvolvimento tecnológico vem permitindo o recurso a novas soluções que complementam e reforçam os processos mais tradicionais, permitindo inclusivamente aligeirar a frequência do controlo direto por parte da equipa de mergulho, designadamente na verificação do executado na zona imersa do quebra-mar.

Assim, o recurso a levantamentos realizados com drones (parte emersa) e sondas multifeixe de alta resolução (parte imersa), associadas à utilização de software que trata grandes volumes de dados num espaço de tempo relativamente curto e sem recurso a computadores com processadores particularmente potentes, vem sendo utilizado no controlo de diversas obras em Portugal, que se encontram atualmente em curso ou foram recentemente terminadas.

A montante, deverá ser garantida a qualidade dos materiais previstos, particularmente a dimensão dos blocos pétreos das gamas de enrocamentos previstas e as respetivas características. Para apoio a quem executa e quem supervisiona a construção, deverá proceder-se à colocação de bitolas de referência constituídas por pedras com os pesos que definem os limites da respetiva gama, claramente identificadas, na frente de obra ou nas zonas de carga dos batelões. Essas bitolas apoiarão visualmente o controlo.

O processo construtivo, bem como os respetivos mecanismos de controlo levados a cabo pelo empreiteiro, é fundamental, devendo ser clarificados e analisados previamente à execução dos trabalhos.

Nesse âmbito, deverá ainda ser definido o processo de validação do executado, o que é efetuado normalmente seccionando o quebra-mar em perfis transversais espaçados com uma distância quer se considere compatível com as suas características e possibilite um controlo efetivo do executado entre perfis sucessivos realizado com recurso a topo-hidrografia, como se ilustra no exemplo da figura 1. O mesmo é aplicável ao controlo de execução das cabeças definitivas, devendo nessas adotar-se perfis radiais.

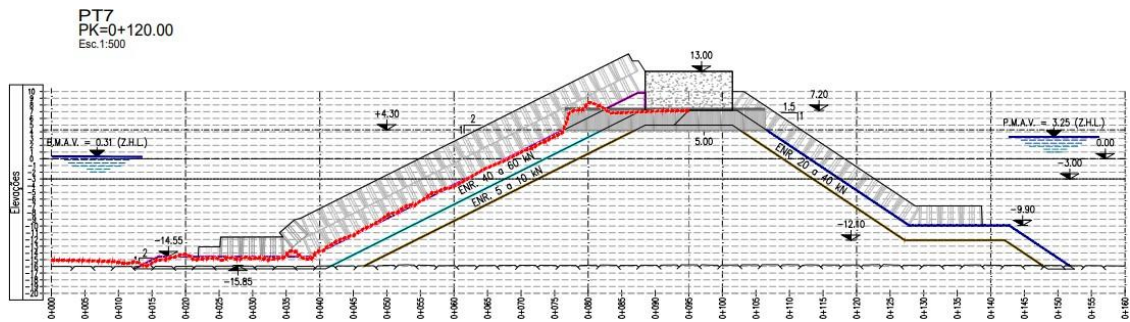


Figura 1 – Perfil de controlo.

Esse controlo é complementado com uma análise tridimensional, obtida com recurso a software específico a partir dos dados dos levantamentos topo-hidrográficos multifeixe que são tratados e convertidos em fotos e vídeos (Figura 2).

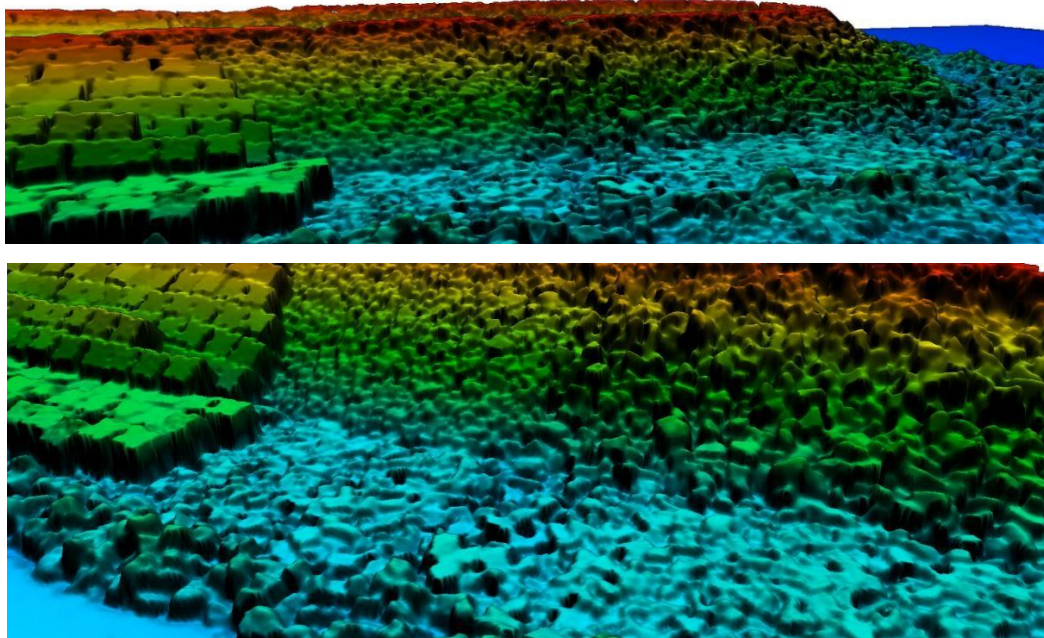


Figura 2. Imagens produzidas a partir dos levantamentos topo-hidrográficos multifeixe.

O apoio de mergulhadores na supervisão dos trabalhos, permite ainda verificar e ajuizar sobre o modo como os mesmos são executados pela equipa de mergulhadores do empreiteiro, identificando eventuais riscos que possam potenciar erros na execução e a necessidade de correções morosas que impactem nos rendimentos.

4 – Conclusões

Apesar de representarem vetores distintos de uma obra, o controlo do planeamento e o controlo da qualidade estão fortemente interligados, considerando-se fundamental a implementação de sistemas de monitorização permanentes e sistemáticos, com o propósito de, continuamente, serem produzidos dados que possibilitem a avaliação do cumprimento do contrato nestas duas vertentes.

Estas considerações são também válidas para o acompanhamento da vida útil da estrutura, servindo os referenciais e registos adotados em fase de execução como *guidelines* no âmbito da gestão de ativos portuários.